

①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Pat ntschrift
⑪ DE 3521623 C2

⑤① Int. Cl. 4:
C 03 B 37/018

②① Aktenzeichen: P 35 21 623.9-45
②② Anmeldetag: 15. 6. 85
④③ Offenlegungstag: 18. 12. 86
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 19. 6. 87

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
Heraeus Quarzschmelze GmbH, 6450 Hanau, DE

⑦④ Vertreter:
Heinen, G., Dipl.-Phys. Dr.phil.nat., Pat.-Anw., 6450
Hanau

⑦⑦ Erfinder:
Röß, Dieter, Dipl.-Phys. Dr., 8759 Hösbach, DE;
Bonewitz, Hans-Ulrich, Dipl.-Phys. Dr., 6451
Hammersbach, DE; Christiansen, Uwe, 6460
Gelnhausen, DE; Klein, Karl-Friedrich, Dr., 6454
Bruckköbel, DE; Mühlich, Albert, 6230 Frankfurt, DE;
Rau, Karlheinz, Dipl.-Phys. Dr., 6450 Hanau, DE;
Ruffing, Wolfgang, 6072 Dreieich, DE; Simmat, Fritz,
6460 Gelnhausen, DE; Steinkohl, Anton, 6466
Gründau, DE; Takke, Ralf, Dipl.-Phys. Dr., 6450
Hanau, DE

⑤⑤ Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene
Druckschriften nach § 44 PatG:
NICHTS-ERMITTELT

⑤④ Verfahren zum kontinuierlichen Aufbau eines im Inneren trägerfreien, hohlzylindrischen Körpers aus
feinteiligen Glasteilchen

DE 3521623 C2

DE 3521623 C2

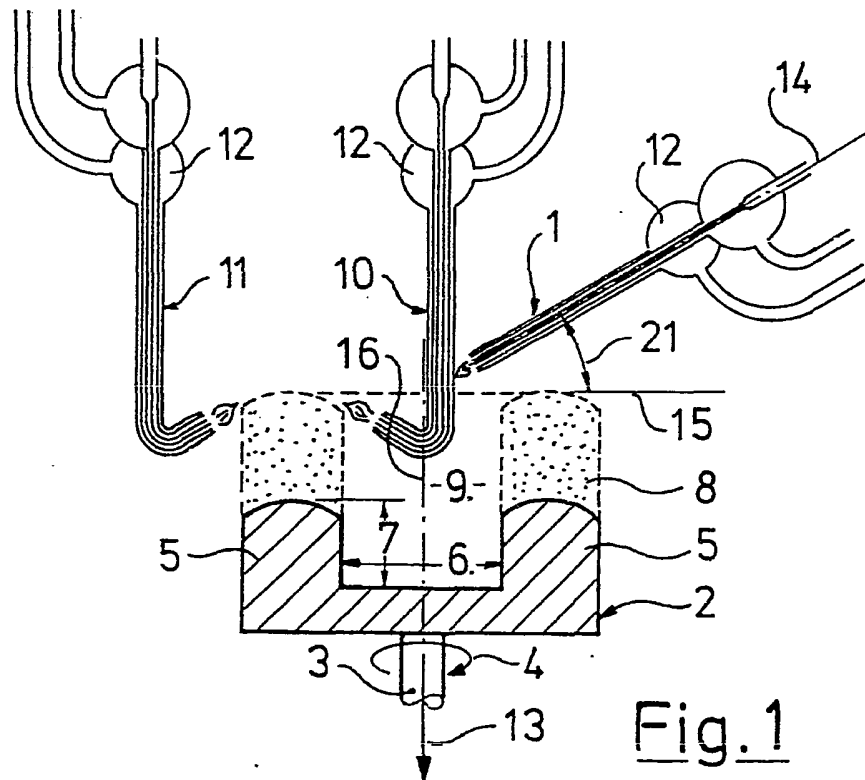


Fig. 1

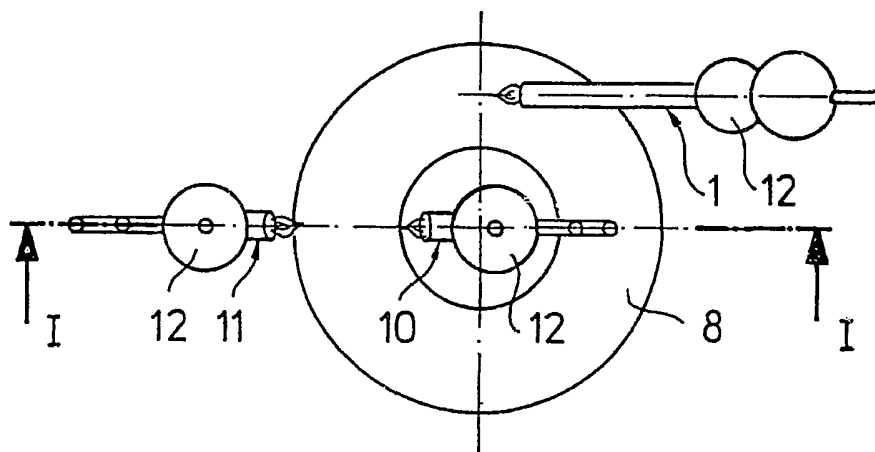


Fig. 2

Patentansprüche

1. Verfahren zum axialen Aufbau eines im Innern trägerfreien, hohlzylindrischen im wesentlichen aus Siliciumdioxid bestehenden Körpers aus feinteiligen Glasteilchen in vertikaler Anordnung mittels mindestens eines der Erzeugung von feinteiligen Glasteilchen dienenden Aufbau-Flammhydrolyse-Brenners, wobei zu Beginn des Aufbaues die feinteiligen Glasteilchen auf einem Hilfskörper niedergeschlagen und während des Aufbaues der Aufbau-Brenner und der sich aufbauende Körper aus feinteiligen Glasteilchen relativ zueinander gedreht werden und der Brenner hierbei in gleichbleibendem Abstand zu dem Aufbau-Ende des Hohlzylinders gehalten wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Mündung des Aufbau-Brenners annähernd mittig über dem vorbestimmten Querschnitt des sich nach oben aufbauenden freien Endes der Zylinderwandung gehalten wird und mittels eines gerichteten Gasstromes das Eindringen von feinteiligen Glasteilchen verhindert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der das Eindringen von feinteiligen Glasteilchen in den axialen Zylinderhohlraum verhindernde Gasstrom von einem im Zylinderhohlraum angeordneten Hilfsbrenner erzeugt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Zylinder mit mehreren über den Wandquerschnitt verteilt angeordneten Brennern aufgebaut wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zum Aufbau von Hohlkörpern mit Gradientenprofil mit wenigstens einem der Aufbau-Brenner dotierte feinteilige Glasteilchen abgeschieden werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens einen Aufbau-Brenner unter einem Winkel von 10° bis 50°, den die Achse seines Flammkegels mit der Ebene, zu der die Zylinderachse die Flächennormale bildet, gehalten wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Aufbau-Brenner in einem Winkel von 25° bis 30° gehalten wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß am Außenumfang des Körpers aus feinteiligen Glasteilchen eine Gasströmung aufrechterhalten wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Gasstrom am Außenumfang des Zylinders mit einem weiteren Hilfs-Brenner erzeugt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Flammkegel jedes Hilfs-Brenners schräg in Aufbaurichtung gegen die Zylinderwandung gerichtet wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Hilfs-Brenner als Aufbau- oder Dotier-Brenner betrieben werden.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum axialen Aufbau eines im Innern trägerfreien, hohlzylindrischen im wesentlichen aus Siliciumdioxid bestehenden Körpers aus feinteiligen Glasteilchen in vertikaler Anordnung mittels mindestens eines der Erzeugung von feinteiligen

Glasteilchen dienenden Aufbau-Flammhydrolyse-Brenners, wobei zu Beginn des Aufbaues die feinteiligen Glasteilchen auf einem Hilfskörper niedergeschlagen und während des Aufbaues der Aufbau-Brenner und der sich aufbauende Körper aus feinteiligen Glasteilchen relativ zueinander gedreht werden und der Brenner hierbei in gleichbleibendem Abstand zu dem Aufbau-Ende des Hohlzylinders gehalten wird.

Ein derartiges Verfahren ist aus der EP-A1-00 41 397 bekannt. Zu Beginn dieses Verfahrens werden die feinteiligen Glasteilchen auf einen hängend angeordneten, rotierenden Dorn mittels Brenner niedergeschlagen. Der sich auf diese Weise aufhängende Körper aus feinteiligen Glasteilchen wird im Laufe des Verfahrens kontinuierlich nach unten in axialer Richtung abgezogen, wobei sich, bedingt durch den Dorn, im Körper aus den feinteiligen Glasteilchen ein axialer Hohlraum bildet. Falls erforderlich, können mit in axialer Richtung verteilten weiteren Brennern weitere Schichten auf dem Körper abgeschieden werden. Unterhalb des Dornes in geringem Abstand zu diesem, ist eine Heizvorrichtung vorgesehen, mittels derer die Vorform konsolidiert wird. Die konsolidierte Vorform wird in einer weiteren Drehvorrichtung gelagert und kontinuierlich nach unten abgezogen.

Aus der DE-OS 26 47 121 ist ein Verfahren zum Aufbau eines Vorformlings für optische Fasern bekannt, bei dem die pulverförmige Substanz mittels Hydrolyse-Brenner auf einen sich um eine horizontale Achse drehenden zylindrischen Dorn niedergeschlagen wird. Der Brenner wird hierbei in mehreren Durchgängen entlang des Dornes verfahren, bis eine ausreichende Schicht aus feinteiligen Glasteilchen auf dem Dorn aufgebaut ist. In einer weiteren Anordnung ist die Flamme des Hydrolyse-Brenners horizontal ausgerichtet und schlägt auf einem sich drehenden Ausgangsdorn feinteilige Glasteilchen nieder. Der Dorn wird kontinuierlich mit wachsendem Körper aus feinteiligen Glasteilchen von der Flamme des Hydrolyse-Brenners entfernt. Dieses Verfahren ist auf Rußstäbe beschränkt, die eine Länge von etwa 6 cm aufweisen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, mit dem der Aufbau von langgestreckten, hohlzylindrischen Körpern aus feinteiligen Glasteilchen (Sootkörpern) möglich ist und bei dem Hilfs- oder Stützkörper, die die Innenseite des Zylinders aus feinteiligem Glasteilchen negativ beeinflussen können, vermieden werden.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Mündung des Aufbau-Brenners annähernd mittig über dem vorbestimmten Querschnitt des sich nach oben aufbauenden, freien Endes der Zylinderwandung gehalten wird und mittels eines gerichteten Gasstromes das Eindringen von feinteiligen Glasteilchen verhindert wird. Mit diesem Verfahren lassen sich durch den stehenden Aufbau des Soot-Zylinders Zylinder herstellen, da eine Länge von 2000 mm und mehr aufweisen, ohne daß hierzu im Zylinderhohlraum ein Stützkörper erforderlich ist. Folglich entfällt es, einen Trägerkörper aus der Zylinderachse zu entfernen oder einen Stützkörper beim Aufbau mitzuführen, wodurch üblicherweise Verletzungen an der Innenoberfläche des Soot-Zylinders zu beobachten sind. Da diese beschädigten Schichten gerade das Zentrum des späteren Faserkerns bilden, sind solche Beeinträchtigungen besonders schwerwiegend. Vielmehr wird gemäß dem vorliegenden Verfahren der Zylinderhohlraum durch den gerichteten Gasstrom festgelegt, der das Eindringen von Soot in den axialen Zylinder

der Hohlraum verhindert.

Je nach Durchmesser des aufzubauenden Hohlzylinders bzw. dessen Wandstärke können mehrere Aufbau-Brenner über den Zylinder-Wandquerschnitt verteilt angeordnet sein. Der nach dem Verfahren freitragend hergestellte Soot-Zylinder hat auf der inneren Zylinderoberfläche eine beschädigungsfreie, homogene Oberflächenschicht. Weiterhin ist er durch den axialen Schichtaufbau bedingt und die darauf resultierende kontinuierliche Abkühlung sehr spannungsarm.

Als Ausgangsstoffe für die Herstellung eines solchen Soot-Zylinders werden hochreine Si-Verbindungen, z. B. SiCl_4 , eingesetzt. Die Ausgangsstoffe werden in einer Flamme, vorzugsweise einer H_2O_2 -Flamme, mit Sauerstoff zu den entsprechenden Oxiden oxidiert und auf einem senkrecht angeordneten, rotierenden Hilfskörper bei Temperaturen von 1100 bis 1400°C, vorzugsweise bei 1200 bis 1300°C, niedergeschlagen. Der Hilfskörper dient dabei nur anfangs zur Aufnahme des Sootmaterials. Nach dem Anwachsen des Sootkörpers auf ca. 500 bis 1000 mm kann der Hilfskörper entfernt werden, und der Sootkörper selbst durch ein körperumfassendes Werkzeug gehalten und gedreht werden. Hierbei ist ein kontinuierlicher, fortlaufender Aufbau des Sootkörpers möglich. Von dem erstellten Sootkörper können Teile gewünschter Länge abgetrennt werden. In dieser stehenden Anordnung können Sootkörper großer Länge, d. h. 2 m und mehr, ohne Stützkörper aufgebaut werden.

Der Hilfskörper besteht vorzugsweise aus Quarzglas, Al_2O_3 oder Graphit.

Besonders gut hat sich ein in dem axialen Zylinderhohlraum angeordneter Hilfs-Brenner zur Erzeugung des Gasstromes erwiesen, mit dem ein definiert ausgerichteter Gasstrom erzeugt werden kann, der das Eindringen des Soots in den axialen Zylinderhohlraum verhindert. Je nach der Umdrehungsgeschwindigkeit und dem Durchmesser des Hohlraumes können mehrere dieser Hilfs-Brenner (Stützbrenner) über die Innengebinde verteilt angeordnet werden.

Um einen Hohlkörper mit Gradientenprofil zu erhalten, wird in einer bevorzugten Ausführungsform mit wenigstens einem der Aufbau-Brenner dotierter Soot abgeschieden. Zur Dotierung werden z. B. TiCl_4 , GeCl_4 , PoCl_3 , AlCl_3 , Frigene (F) eingesetzt, die im verglasten Hohlkörper eine die Brechzahl erhöhende oder erniedrigende Wirkung haben.

Die Bildung des Sootkörpers wird durch eine Reihe von Faktoren beeinflusst, insbesondere durch die Lage der Abscheidefläche zur Flamme des Aufbau-Brenners. Als vorteilhaft hat es sich herausgestellt, den/die Aufbau-Brenner derart ausgerichtet zu betreiben, daß die Achse ihres Flammkegels mit der Ebene, zu der die Zylinderachse die Flächennormale bildet, einen Winkel von 10° bis 50°, bevorzugt von 25° bis 30°, einschließt.

Um den Aufbau einer weitgehendst glatten Oberfläche an der Außenseite des Soot-Zylinders zu bewirken, kann, falls erforderlich, ein weiterer Hilfs-Brenner an der Außenseite des Soot-Körpers mit gegen das sich aufbauende Ende gerichteten Flammkegel vorgesehen werden. Die Hilfsfunktion des oder der Hilfs-Brenner wird dadurch verstärkt, daß die Flammkegel der Brenner schräg in Aufbaurichtung gegen die Zylinderwandung, sei es gegen dessen Innenwandung oder dessen Außenwandung, gerichtet werden.

Die Hilfs-Brenner können in vorteilhafter Weise gleichzeitig als Aufbau- oder Dotierbrenner betrieben werden.

Bevorzugt wird der Hilfskörper, auf dem der Sootkörper in der Anfangsphase aufgebaut wird, gedreht, wobei dann die Aufbau-Brenner fest stehen. Als den Aufbau in der Anfangsphase unterstützende Maßnahme ist ein Hilfskörper dienlich, der einen ringförmigen, dem Querschnitt des aufzubauenden hohlzylindrischen Sootkörpers angepaßten Ringwulst aufweist, auf den der Soot niedergeschlagen wird.

Gut bewährt hat sich beispielsweise ein Hilfskörper mit einem Außendurchmesser von 400 mm, einem Innendurchmesser von 100 mm und einer Höhe von 150 mm, auf den ein Soot-Zylinder aufgebaut wurde, der einen Außendurchmesser von 400 mm mit einem Durchmesser des zylindrischen Hohlraumes von 100 mm aufwies.

Weitere Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung. In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 den Aufbau eines hohlzylindrischen Sootkörpers während der Anfangsphase in einer Schnittdarstellung gemäß der Schnittlinie I-I in Fig. 2,

Fig. 2 eine Ansicht von oben auf die Anordnung nach Fig. 1,

Fig. 3 eine der Anordnung nach Fig. 1 ähnliche Anordnung, wobei mit den Brennern unterschiedlich dotierter Soot niedergeschlagen wird,

Fig. 4 ein dem Sootzylinder nach Fig. 3 zugeordnetes Brechzahlprofil,

Fig. 5 den Aufbau eines Sootkörpers insbesondere für eine Gradientenprofilfaser und

Fig. 6 und 7 den dem Querschnitt des Sootkörpers nach Fig. 5 zugeordneten Temperaturverlauf sowie dessen Brechzahlprofil.

In der Anfangsphase wird der Soot mittels eines Aufbau-Brenners 1 auf einem Hilfskörper 2 niedergeschlagen, wie dies insbesondere aus Fig. 1 und 2 ersichtlich ist. Während der Aufbau-Brenner 1 fest steht, ist der Hilfskörper 2 um eine Achse 3 in Richtung des Pfeiles 4 rotierend angeordnet. Der Hilfskörper 2, bestehend aus Quarzglas Al_2O_3 oder Graphit, weist einen ringförmigen Wulst 5 auf, der dem aufzubauenden, hohlzylindrischen Sootkörper angepaßt ist. In diesem Beispiel beträgt der Außendurchmesser des Hilfskörpers 400 mm, der Innendurchmesser, durch die Bezugsziffer 6 angedeutet, etwa 100 mm und die Höhe 7 des Wulstes über der Bodenfläche des Innenraumes etwa 150 mm. Die Oberseite des Wulstes 5 ist geringfügig abgerundet; diese Maßnahme wirkt sich vorteilhaft auf den Aufbau des Zylinders gerade in der Anfangsphase aus.

Während des gesamten Aufbaues des zylindrischen Sootkörpers 8, der sich auf der Oberseite des ringförmigen Wulstes 5 in stehender Anordnung aufbaut, wird zumindest auf der Innenseite des aufzubauenden Sootkörpers 8, d. h. auf der den zylindrischen Innenraum 9 bildenden Seite, ein mit seiner Brennerdüse gegen die Innenwandung gerichteter Hilfs-Brenner (Stützbrenner) 10 betrieben, dessen Gasstrom das Eindringen von Soot in den axialen Zylinderhohlraum verhindert. Der Begriff "Hilfs-Brenner" ist nicht dahingehend zu verstehen, daß mit diesem Brenner 10 gleichzeitig Soot abgeschieden werden muß; vielmehr ist die wesentliche Aufgabe dieses Brenners, eine gerichtete, den Aufbau des Zylinders an seiner Innenseite unterstützende Gasströmung zu erzeugen. Die Brennerdüse des Hilfs-Brenners 10 ist derart ausgerichtet, daß die Gasströmung geringfügig unterhalb der jeweils gerade aufzubauenden oberen Kante des Soot-Körpers 8 ansetzt. Diese Gasströ-

mung kann, gegebenenfalls auch zusätzlich zu der mit dem Hilfs-Brenner 10 erhaltenen Gasströmung, durch eine Gaszufuhr im unteren Bereich des Hilfskörpers 2, die sich entlang des Sootkörper-Zylinderhohlraumes fortsetzt, erhalten werden. Im Gegensatz zu einer derartigen Gasströmung hat die auf die Oberkante des Sootkörpers gerichtete Gasströmung, die durch den Hilfs-Brenner 10 erreicht wird, eine wesentlich höhere Wirkung.

Ein weiterer Hilfs-Brenner 11 ist in der gezeigten Ausführung am Außenumfang des aufzubauenden, zylindrischen Sootkörpers 8 hier eine zusätzliche Gasströmung aufrechtzuhalten, die von ihrer Funktion her der Gasströmung an der Innenseite des zylindrischen Sootkörpers 8 entspricht und verhindert, daß Soot über den vorbestimmten Außenumfang des Sootkörpers hinaus niedergeschlagen wird.

Eine Brennergversorgung 12 des Aufbau-Brenners 1 und der Hilfs-Brenner 10, 11 ist schematisch angedeutet.

Wie der Fig. 1 zu entnehmen ist, ist der Flammkegel der Hilfs-Brenner 10, 11 schräg in Aufbaurichtung des Sootkörpers gegen die Zylinderwandung gerichtet. Während die Brenner 1, 10 und 11 stationär betrieben werden, wird der rotierende Hilfskörper 2 in Richtung des Pfeiles 13 nach unten entsprechend der Geschwindigkeit des Aufbaues des Sootkörpers abgezogen. Der Aufbau-Brenner 1, der, wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, etwa mittig über dem Querschnitt der Wandung des zylindrischen Sootkörpers 8 angeordnet ist, ist derart gehalten, daß die Achse seines Flammkegels, durch die strichpunktiierte Linie 14 angedeutet, mit der Ebene 15, zu der die Zylinderachse 16 die Flächennormale bildet, einen Winkel 21 von 10° bis 50°, bevorzugt im Bereich von 25° bis 30°, einschließt.

Gegenüber der Anordnung nach Fig. 1 wird die in Fig. 3 dargestellte Anordnung derartig betrieben, daß mit den beiden Hilfs-Brennern 10, 11, mit denen der Führungs-Gasstrom erzeugt wird, ein Dotiermittel aufgebracht wird, so daß der Zylinder 8 im Bereich seiner Innenwandung und im Bereich seiner Außenwandung unterschiedlich dotierte Schichten 17, 18 aufweist, während der Kernbereich 19 undotiert bleibt. Hierdurch wird in dem späteren, verglasten Sootkörper ein Brechwertprofil über den Durchmesser erreicht, wie dies beispielsweise in Fig. 4 dargestellt ist. Hier weist die Innenschicht 17 eine höhere Brechzahl n auf als die Außenschicht 18. Mit der Mittellinie 20 ist in diesem Diagramm die Zylinderachse 16 angedeutet.

In Fig. 5 ist eine Anordnung mit mehreren Aufbau-Brennern 1 dargestellt, mittels derer zusätzlich zu dem Soot jeweils unterschiedliche Mengen an Dotiermitteln zugeführt werden. Die Temperaturverteilung der einzelnen Brenner 1 wird dabei so gesteuert, daß sich die gewünschte Menge Dotiermittel örtlich entsprechend einbaut. Die Temperaturverteilung über den Durchmesser der in Fig. 5 gezeigten Zylinderwandung sowie der erhaltene Brechungsindex n ist in den Fig. 6 und 7 gezeigt. Die inneren Brenner werden gegenüber den äußeren Brennern mit höherer Temperatur T betrieben. In diesem Beispiel fällt der Brechungsindex von innen nach außen ab.

Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, sind die beiden äußeren Aufbau-Brenner 1 zur Zylinderachse 16 hin geneigt, wobei der äußerste Aufbau-Brenner 1 stärker zur Zylinderachse 16 hin geneigt ist, als der weiter innen liegende Brenner.

Auch bei diesem Ausführungsbeispiel wird, nicht dargestellt, zumindest an der Innenwandung des Zylinder-

hohlraumes ein Hilfs-Brenner 10, entsprechend der Darstellung nach Fig. 1 und 3, betrieben, um das Eindringen von Soot in den axialen Zylinderhohlraum zu verhindern.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

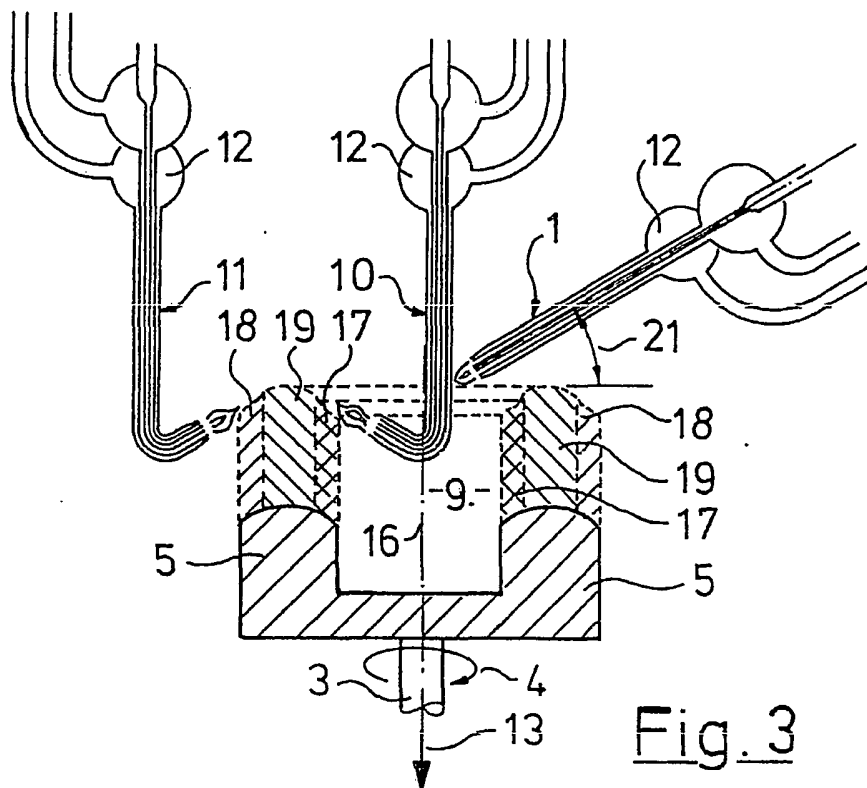


Fig. 3

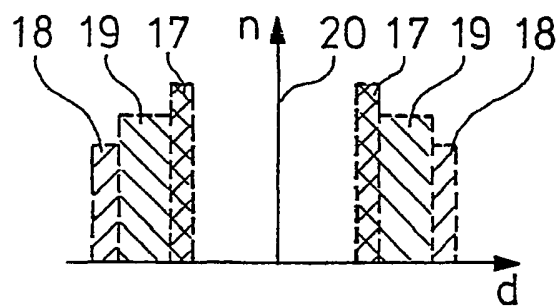


Fig. 4

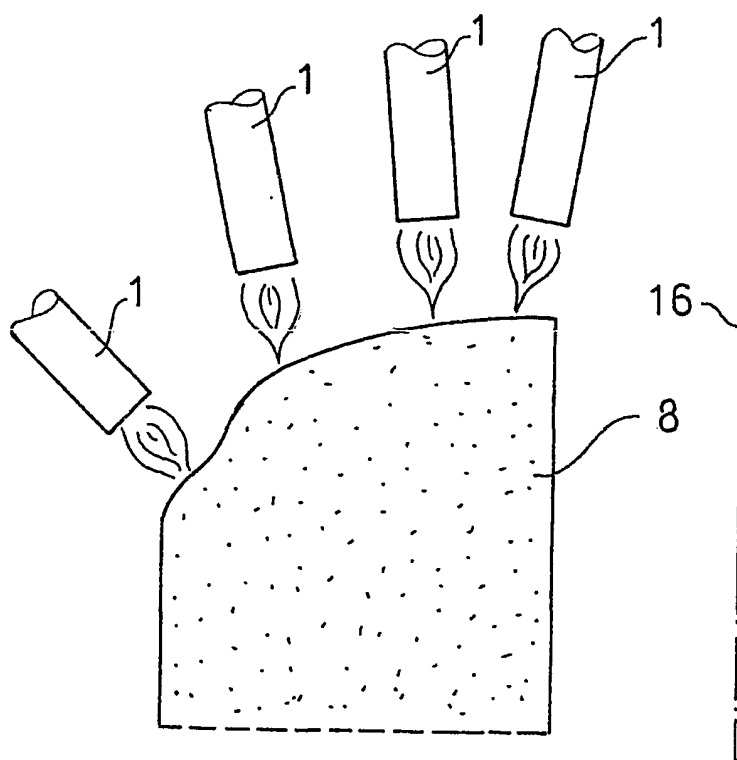


Fig. 5

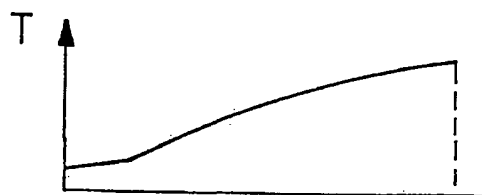


Fig. 6



Fig. 7